

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 217 202 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
26.06.2002 Bulletin 2002/26

(51) Int Cl.7: F02M 55/04, F02M 55/02,  
F16L 55/04

(21) Numéro de dépôt: 01403248.6

(22) Date de dépôt: 14.12.2001

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Etats d'extension désignés:  
AL LT LV MK RO SI

(71) Demandeur: Renault  
92100 Boulogne Billancourt (FR)

(72) Inventeur: Bodin, Marc  
92150 Suresnes (FR)

(30) Priorité: 22.12.2000 FR 0016936

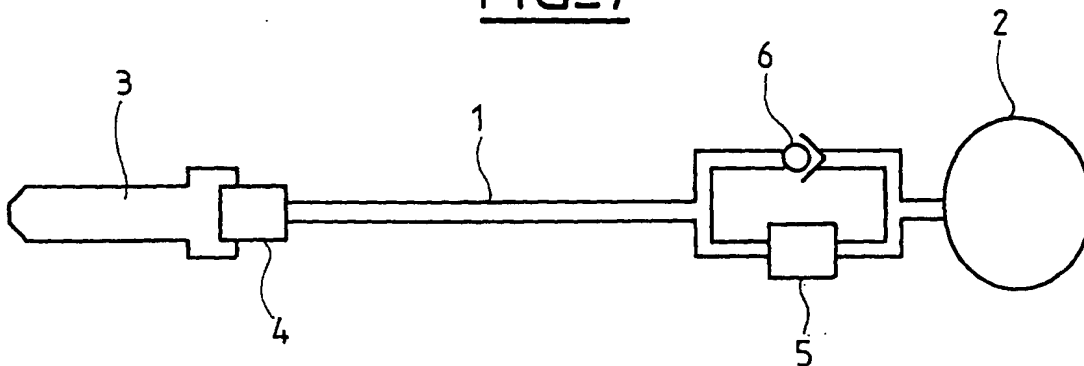
(54) **Procédé d'amortissement des ondes de pression dans une ligne hydraulique, et dispositif d'injection à rampe commune mettant en oeuvre ce procédé**

(57) Pour l'amortissement des ondes de pression dans une ligne hydraulique, on utilise dans la ligne une restriction fonctionnant en écoulement à couche mince, avec une hauteur d'écoulement très faible par rapport à la longueur d'écoulement et par rapport à la largeur d'écoulement.

Dans un dispositif d'injection à rampe commune

pour moteur de véhicule automobile, comprenant pour chaque cylindre un injecteur 3 relié par un tube d'alimentation 1 à une rampe commune 2, une restriction 5 fonctionnant en écoulement à couche mince est disposée en sortie de rampe commune et peut comprendre en parallèle un clapet anti-retour 6 monté passant dans le sens rampe-injecteur.

FIG\_7



## Description

[0001] La présente invention se rapporte à un procédé d'amortissement des ondes de pression dans une ligne hydraulique, par utilisation d'une restriction créant une dissipation dans la ligne, ainsi qu'un dispositif d'injection à rampe commune pour moteur de véhicule automobile, mettant en oeuvre ce procédé.

[0002] Dans les systèmes d'injection dits "common rail" ou "à rampe commune" (diesel, essence ou tout autre carburant), chaque injection engendre, dans le circuit de carburant haute pression, des ondes de pression responsables d'interactions entre les injections. Ces interactions se traduisent par une mauvaise maîtrise de la quantité de carburant introduite dans le cylindre, rendant ainsi très difficile la mise en point des moteurs pendant les phases de développement, et engendrant des évolutions de leur comportement pendant la durée de vie du moteur.

[0003] Ce problème est de plus en plus critique avec l'apparition des injections multiples autorisées par les nouveaux systèmes d'injection, consistant à découper une injection en plusieurs injections plus petites.

[0004] Dans les systèmes d'injection actuels à rampe commune, le débit de carburant injecté est fonction de la durée de pilotage de l'injecteur et de la pression dans le circuit hydraulique haute pression. Une cartographie implantée dans le calculateur permet de calculer la durée de pilotage de l'injecteur sur la base du débit demandé (capteur d'accélération) et de la pression appliquée (capteur de pression sur rampe).

[0005] Actuellement, seules deux injections consécutives sont possibles et, selon une première solution, l'interaction entre les deux injections est corrigée par une deuxième cartographie qui modifie le temps d'injection de l'injection n°2 pour maîtriser la quantité de carburant introduite lors de cette injection.

[0006] Une autre solution consiste en une correction du temps d'activation des injecteurs lors de l'injection n°2 à l'aide d'un algorithme estimant les variations de la quantité injectée, dues à l'injection n°1.

[0007] Pour les solutions du premier type, la deuxième cartographie ne peut être établie qu'une fois figés les paramètres de l'injection n°1 (la perturbation de pression est fonction de ces paramètres). Cette solution est donc par construction inactive pendant la phase de mise au point. De plus, le seul paramètre qui est pris en compte est la présence ou non d'une première injection, mais en aucune manière d'autres paramètres influençant l'injection, comme la quantité de la première injection, l'écart temporel entre les deux injections consécutives, etc. Enfin, cette solution ne peut être utilisée que pour deux injections consécutives au maximum.

[0008] Les solutions du deuxième type sont très difficiles à mettre au point, compte tenu du nombre important de paramètres à prendre en compte pour écrire l'algorithme de correction (dimensions géométriques du circuit de carburant, pression d'injection, température,

quantité injectée lors de la première injection, quantité injectée lors de la deuxième injection, intervalle de temps séparant les deux injections, etc.). De plus, ces solutions sont très sensibles aux dispersions industrielles de fabrication.

[0009] La présente invention vise à apporter une solution à ces problèmes d'interaction entre des injections consécutives, pour amortir complètement les ondes de pression générées par l'injection n°1 avant le démarrage de l'injection n°2, cela sans pénaliser la pression d'injection du système.

[0010] Il est connu que pour amortir les ondes de pression dans une ligne hydraulique, il suffit de créer de la dissipation (perte de charge) dans la ligne. Cependant, pour ne pas pénaliser la pression d'injection pendant l'ouverture de l'injecteur, on cherche à minimiser les pertes de charge globales.

[0011] Traditionnellement, pour accroître les pertes de charges dans une ligne hydraulique, on installe un ajutage calibré.

[0012] Malheureusement, ce type de dissipateur présente une caractéristique parabolique par rapport au débit de fluide le traversant, caractéristique répondant à la formule :

$$\Delta P = \frac{\rho}{2S_{\text{eff}}^2} D^2 \quad (1)$$

où  $\rho$  est la masse volumique du fluide,  $S_{\text{eff}}$  la section efficace de l'ajutage et  $D$  le débit le traversant.

[0013] L'efficacité d'un tel dissipateur est réduite lorsque le débit traversant le dissipateur est faible, donc quand les ondes commencent à s'amortir.

[0014] Selon un premier aspect, l'invention a pour objet un procédé d'amortissement des ondes de pression dans une ligne hydraulique, par utilisation d'une restriction ayant une caractéristique plus favorable que celle d'une restriction constituée par un ajutage calibré. Suivant le procédé conforme à l'invention, on utilise un dissipateur constitué par une restriction fonctionnant en écoulement à couche mince (écoulement visqueux, régi par exemple par les équations de Naviers-Stokes).

[0015] Un tel dissipateur est obtenu en forçant le passage du fluide entre deux parois opposées très proches l'une de l'autre en comparaison à la longueur de l'écoulement.

[0016] En effet, la condition de couche mince relie la hauteur  $h$  de l'écoulement à sa longueur  $l$ , de la manière suivante :

$$\varepsilon = \frac{h}{l} \ll 1 \text{ et } \varepsilon Re < 1 \quad (2)$$

où  $Re$  est le nombre de Reynolds de l'écoulement  $Re = \frac{U l}{\nu}$

$U$  désignant la vitesse caractéristique de l'écoulement,  $l$  la longueur de l'écoulement et  $\nu$  la viscosité cinématique.

que du fluide.

[0017] Pour une largeur d'écoulement L de la restriction, la perte de charge de ce dissipateur sera :

$$\Delta P = \frac{12 \rho v l}{L h^3} D \quad (3)$$

[0018] L'intérêt particulier d'un tel dissipateur réside dans sa caractéristique linéaire de perte de charge, ce qui fait que pour une même perte de charge pendant l'injection (avec un débit égal à Dinj), on a, comparativement à un dissipateur se présentant sous la forme d'un ajutage calibré, plus de perte de charge quand les ondes commencent à s'amortir, et donc quand le débit traversant le dissipateur diminue, d'où une plus grande efficacité.

[0019] De préférence, on utilise donc une restriction ayant une hauteur très faible non seulement par rapport à la longueur, mais également par rapport à la largeur d'écoulement.

[0020] Un autre aspect de l'invention concerne le positionnement optimal d'un dissipateur dans une ligne hydraulique, en l'occurrence dans un dispositif d'injection à rampe commune pour moteur de véhicule automobile, comprenant pour chaque cylindre un injecteur relié par un tube d'alimentation à une rampe commune. Ce dispositif comprend, dans chaque tube d'alimentation, en sortie de rampe, une restriction fonctionnant en écoulement à couche mince.

[0021] Ce positionnement de la restriction est basé sur la constatation que dans une ligne hydraulique, les ondes de pression s'accompagnent d'ondes de débit dont les amplitudes sont maximales en entrée de la ligne hydraulique (ventre de débit de la ligne).

[0022] Le positionnement de la restriction fonctionnant en écoulement à couche mince, en sortie de la rampe commune, là où la vitesse du fluide est la plus forte, permet ainsi d'atténuer totalement les ondes de pression après l'injection, en limitant la perte de charge et donc la perte de pression d'injection.

[0023] En se référant aux dessins schématiques annexés, on va décrire ci-après plus en détail plusieurs modes de réalisation de l'invention; sur les dessins :

- la figure 1 représente la caractéristique de perte de charge d'un ajutage calibré en fonction du débit;
- la figure 2 est une vue en perspective d'une restriction fonctionnant en écoulement à couche mince;
- la figure 3 représente les caractéristiques de perte de charge d'un ajutage calibré et d'une restriction fonctionnant en écoulement à couche mince;
- la figure 4 représente une ligne hydraulique allant d'une rampe commune d'injection à un injecteur;
- la figure 5 représente les champs de pression et de débit sur la ligne de la figure 4;
- la figure 6 illustre de façon comparative l'efficacité d'amortissement d'une ligne hydraulique avec et

- sans dissipateur;
- la figure 7 représente une solution d'implantation d'un dissipateur avec clapet en parallèle; et
- la figure 8 illustre de façon comparative l'efficacité d'amortissement d'une ligne hydraulique sans dissipateur et d'une ligne avec dissipateur et clapet en parallèle, selon la figure 7.

[0024] Un ajutage calibré dont l'installation, dans une ligne hydraulique, est le moyen le plus simple pour amortir les ondes de pression, afin de créer de la dissipation (perte de charge) dans la ligne, présente une caractéristique parabolique de perte de charge en fonction du débit, selon la formule (1) ci-dessus (voir figure 1).

[0025] Suivant la présente invention, pour obtenir sur une telle ligne hydraulique, une caractéristique linéaire de perte de charge par rapport au débit de fluide, on utilise sur cette ligne une restriction fonctionnant en écoulement à couche mince, selon la figure 2.

[0026] Une telle restriction est obtenue en forçant un fluide à passer entre deux parois opposées très proches l'une de l'autre en comparaison de la longueur d'écoulement.

[0027] La condition de couche mince relie la hauteur h de l'écoulement à la longueur l de l'écoulement suivant la formule (2) ci-dessus.

[0028] Pour une largeur d'écoulement L, la perte de charge de cette restriction répondra à la formule (3) ci-dessus.

[0029] La figure 3 montre, à titre de comparaison, la caractéristique parabolique de perte de charge d'un ajutage calibré, en tirets, et la caractéristique linéaire de perte de charge d'une restriction fonctionnant en écoulement à couche mince, en traits pleins.

[0030] L'intérêt de la caractéristique linéaire de perte de charge d'un tel dissipateur, est que pour une même perte de charge pendant l'injection, on obtient (gain g) plus de perte de charge quand les ondes commencent à s'amortir, et donc quand le débit traversant le dissipateur diminue, d'où une plus grande efficacité.

[0031] Par ailleurs, les ondes de pression dans une ligne hydraulique s'accompagnent d'ondes de débit dont les amplitudes sont maximales en entrée de la ligne hydraulique (ventre de débit de la ligne).

[0032] Sur la figure 4, on a représenté d'une manière schématique une ligne hydraulique complète d'injection avec un tube d'alimentation 1 haute pression allant d'une rampe commune 2 à un injecteur 3 comportant un filtre tige 4.

[0033] Sur la figure 5, on a représenté la répartition spatiale de la pression (en tirets) et du débit (en traits pleins) le long de cette ligne.

[0034] Le positionnement d'un dissipateur 5 fonctionnant en écoulement à couche mince en sortie de la rampe commune 2, là où la vitesse du fluide est la plus forte, permet d'atténuer totalement les ondes de pression après injection, en limitant la perte de charge et donc la perte de pression d'injection.

[0035] La figure 6 illustre l'efficacité de la solution selon la figure 4, montrant que l'amortissement des variations de pression à l'entrée de l'injecteur est nettement plus rapide avec le dissipateur fonctionnant en écoulement à couche mince en sortie de rampe commune 2 (courbe en tirets) que sans dissipateur (courbe en trait plein).

[0036] Les avantages d'une telle utilisation, sur une ligne d'injection à rampe commune, d'un dissipateur fonctionnant en écoulement à couche mince, positionné en sortie de rampe commune, sont multiples :

[0037] En maximisant l'efficacité du dissipateur par sa position privilégiée sur le ventre de vitesse, on peut limiter sa perte de charge pour mieux gérer le compromis atténuation des ondes de pression/perde de pression d'injection. En effet, plus la perte de charge de la ligne hydraulique est importante, plus la pression d'injection est faible.

[0038] L'efficacité de cette solution est indépendante des dimensions géométriques du système, et des caractéristiques des injections (quantité à injecter, nombre d'injections consécutives, pression de rampe commune, etc.).

[0039] La solution suivant l'invention limite l'amplitude des ondes de pression, ce qui accroît la fiabilité du circuit de carburant.

[0040] La pression dans le circuit haute pression est plus stable, ce qui facilite sa régulation.

[0041] Il s'avère que le filtre tige 4 généralement présent en entrée des injecteurs diesel, possède une caractéristique de perte de charge à couche mince et peut donc être utilisé non plus comme filtre, mais comme dissipateur à couche mince. Son transfert depuis sa position actuelle à l'entrée de l'injecteur vers la sortie de la rampe commune, éventuellement accompagné d'un abaissement de son seuil de filtration pour augmenter la perte de charge, permet de bénéficier pratiquement sans surcoût des avantages du dissipateur, objet de la présente invention.

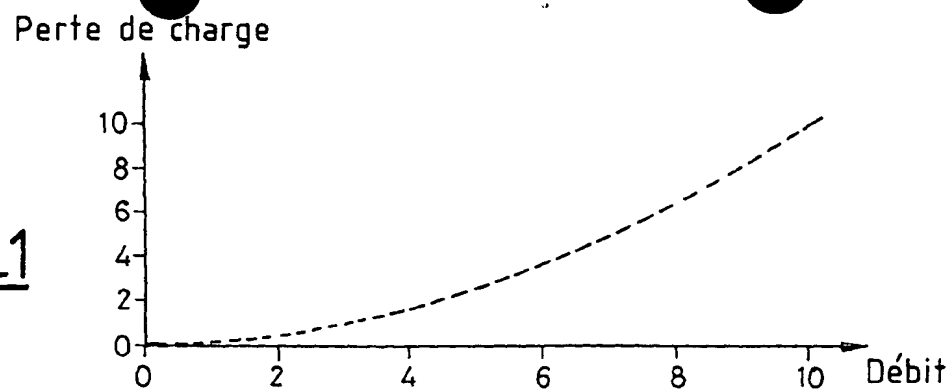
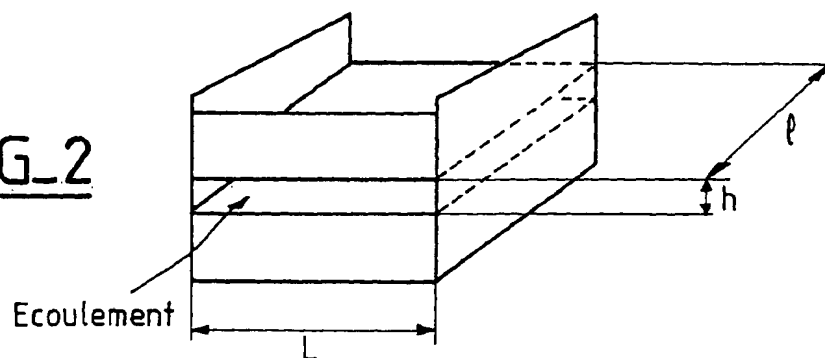
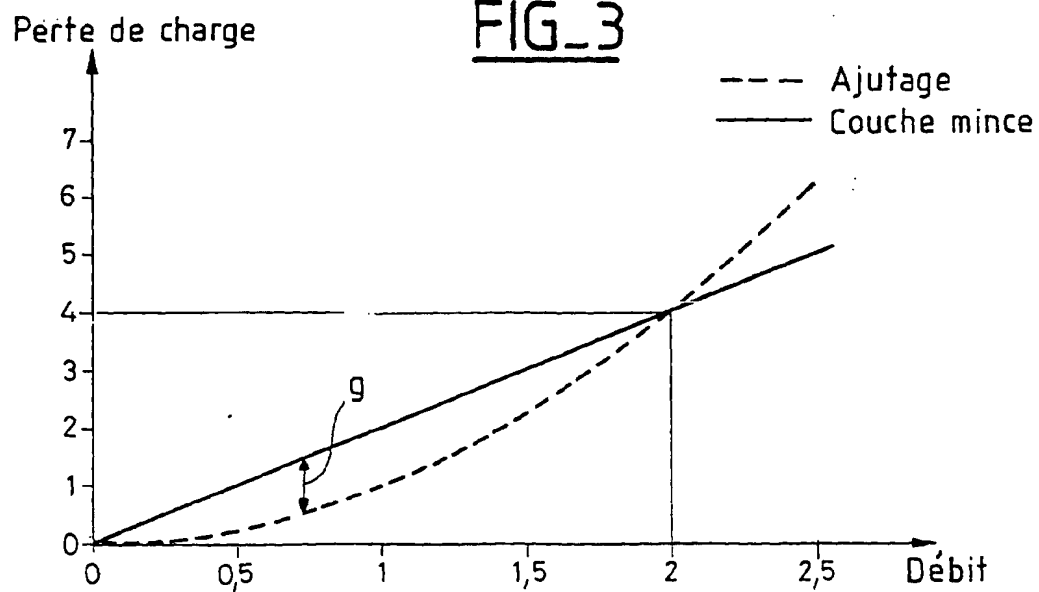
[0042] Une autre solution consiste à utiliser, en plus du filtre tige 4 en entrée de l'injecteur 3, un second filtre tige en sortie de rampe commune, avec un seuil de filtration abaissé.

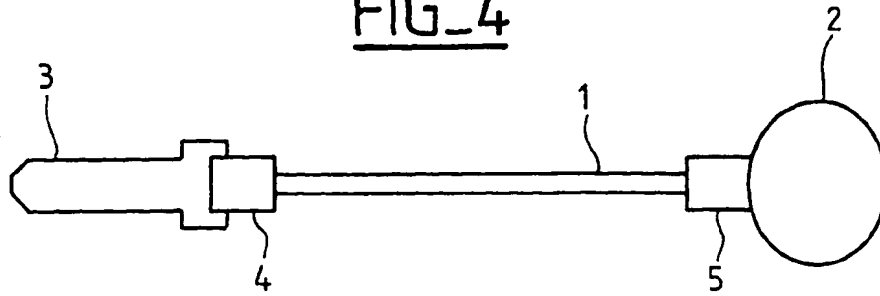
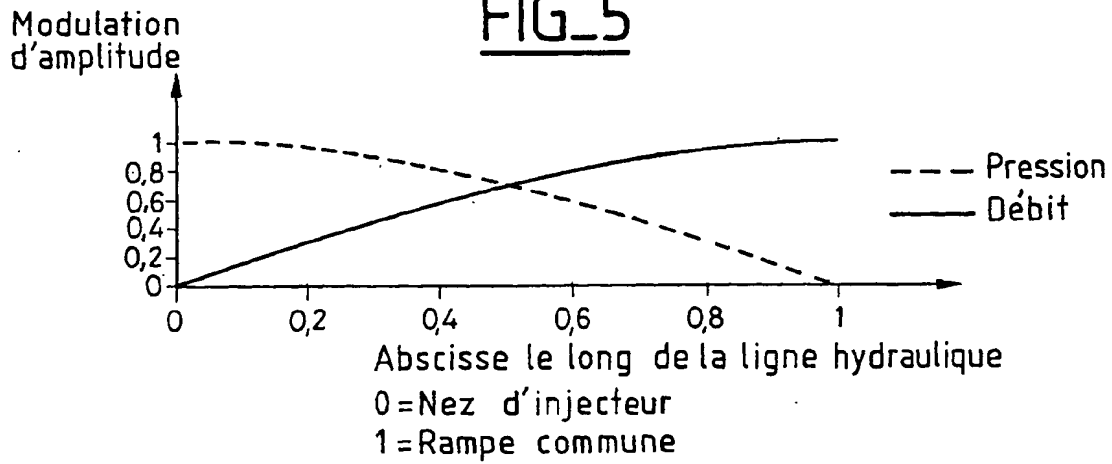
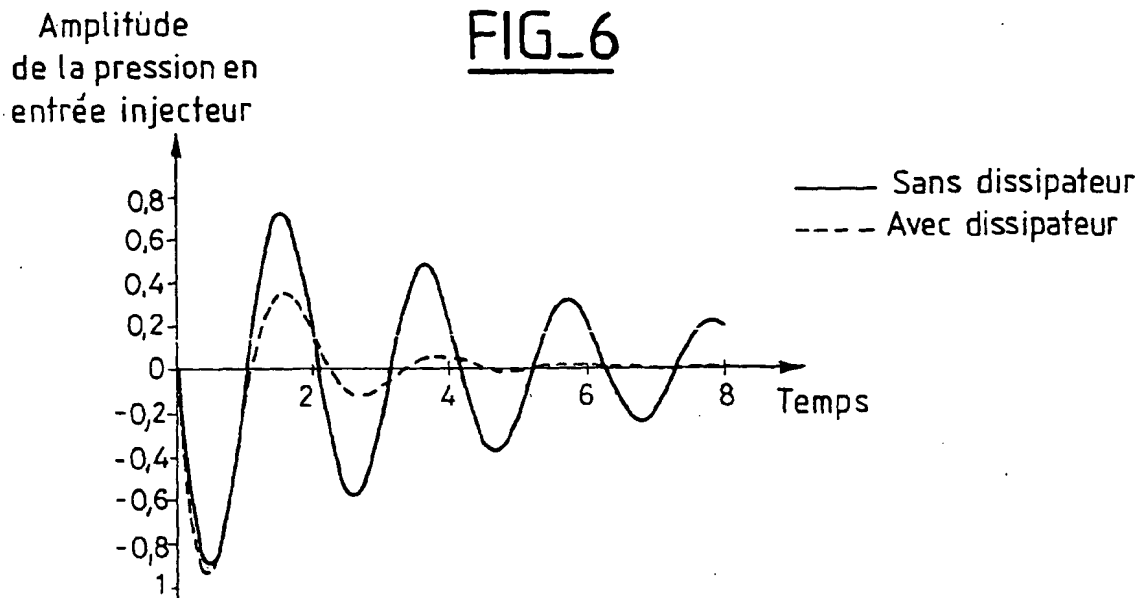
[0043] Enfin, comme illustré sur la figure 7, il est possible d'améliorer l'efficacité du système en montant un clapet anti-retour 6 en parallèle avec le dissipateur 5 en sortie de rampe commune 2, le clapet 6 étant monté passant dans le sens rampe 2-injecteur 3. Cela permet à la rampe 2 d'alimenter librement l'injecteur 3 en carburant, sans aucune perte de charge gênante pour l'injection, et de choisir un dissipateur 5 à perte de charge accrue, ce dissipateur n'entrant en action que lorsque l'injection est terminée.

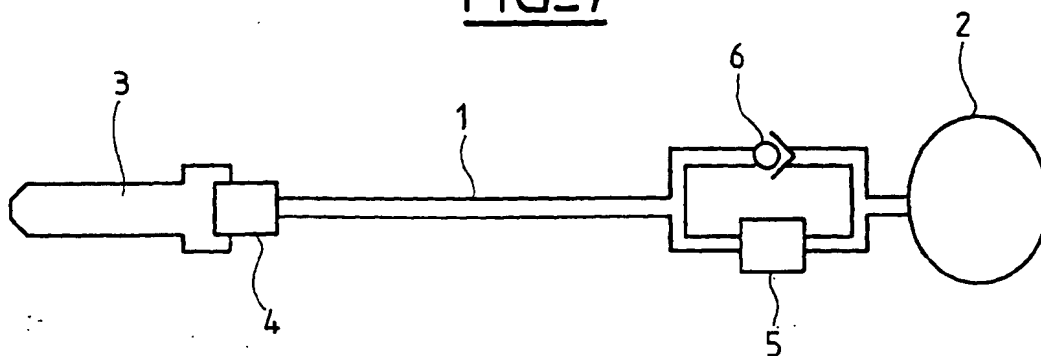
[0044] La figure 8 permet de comparer les différentes efficacités d'une ligne hydraulique, l'une (en trait plein) sans dissipateur, et l'autre (en tirets) avec dissipateur et clapet anti-retour, selon la figure 7.

## Revendications

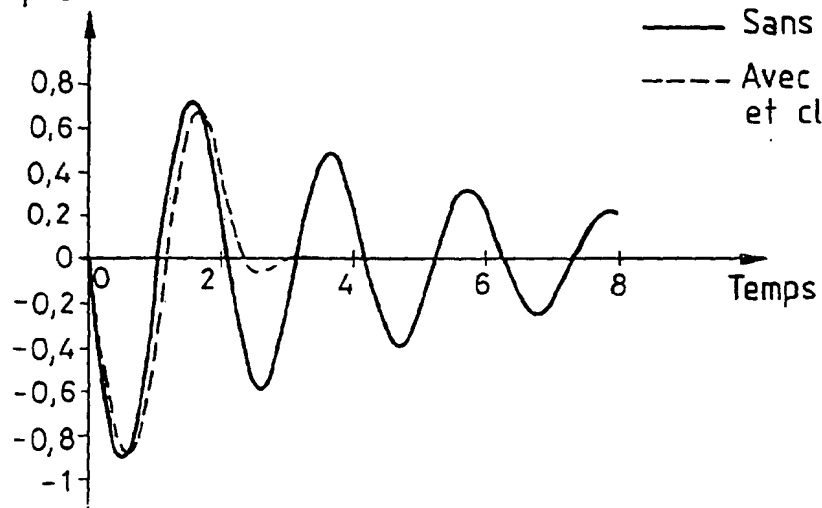
1. Procédé d'amortissement des ondes de pression dans une ligne hydraulique, par utilisation d'une restriction créant une dissipation dans la ligne, **caractérisé par le fait qu'on utilise une restriction fonctionnant en écoulement à couche mince.**
2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé par le fait qu'on utilise une restriction avec une hauteur d'écoulement très faible par rapport à la longueur d'écoulement.**
3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé par le fait qu'on utilise une restriction ayant une hauteur d'écoulement très faible par rapport à la largeur d'écoulement.**
4. Dispositif d'injection à rampe commune pour moteur de véhicule automobile, comprenant pour chaque cylindre un injecteur relié par un tube d'alimentation à une rampe commune, **caractérisé par le fait qu'il comprend, dans chaque tube d'alimentation (1), une restriction (5) fonctionnant en écoulement à couche mince.**
5. Dispositif suivant la revendication 4, **caractérisé par le fait que la restriction (5) est disposée en sortie de rampe commune.**
6. Dispositif suivant la revendication 4 ou 5, **caractérisé par le fait qu'il comprend un clapet anti-retour (6) monté en parallèle avec la restriction (5) en étant passant dans le sens rampe-injecteur.**

FIG\_1FIG\_2FIG\_3

FIG\_4FIG\_5FIG\_6

FIG\_7FIG\_8

Amplitude  
de la pression





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 01 40 3248

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
X	DE 38 22 773 A (HOWALDSWERKE DEUTSCHE WERFT) 4 janvier 1990 (1990-01-04) * colonne 4, ligne 5 - ligne 56; revendication 1; figures 1-3 *	1-3	F02M55/04 F02M55/02 F16L55/04
X	US 5 297 523 A (LIU XIANGYING ET AL) 29 mars 1994 (1994-03-29)	1,2,4,5	
Y	* colonne 2, ligne 60 - colonne 6, ligne 19; figures 1-4 *	6	
Y	EP 0 780 569 A (NIPPON SOKEN) 25 juin 1997 (1997-06-25)	6	
A	* colonne 6, ligne 41 - colonne 13, ligne 6; figures 1-13 *	1,4,5	
A	US 5 780 748 A (BARTH PHILLIP W) 14 juillet 1998 (1998-07-14) * colonne 3, ligne 52 - colonne 4, ligne 61; figures 1,2 *	1-3	
A	US 4 625 919 A (SOMA MASAHIRO ET AL) 2 décembre 1986 (1986-12-02) * colonne 3, ligne 14 - colonne 4, ligne 2; figures 1-4 *	1-4	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
A	US 5 979 945 A (WATANABE EIJI ET AL) 9 novembre 1999 (1999-11-09) * colonne 4, ligne 33 - ligne 56; figures 1,2 *	1,4,5	F02M F16L F15C G05D
A	US 4 003 405 A (HAYES WILLIAM F ET AL) 18 janvier 1977 (1977-01-18) * colonne 9, ligne 11 - colonne 17, ligne 33; figures 1-6 *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 4 avril 2002	Examineur Hakhverdi, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 01 40 3248

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

04-04-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 3822773	A	04-01-1990	DE 3822773 A1	04-01-1990
US 5297523	A	29-03-1994	DE 69427046 D1	17-05-2001
			DE 69427046 T2	15-11-2001
			EP 0612921 A1	31-08-1994
			JP 6307310 A	01-11-1994
EP 0780569	A	25-06-1997	JP 9170514 A	30-06-1997
			JP 10122073 A	12-05-1998
			EP 0780569 A1	25-06-1997
			US 5752486 A	19-05-1998
US 5780748	A	14-07-1998	AUCUN	
US 4625919	A	02-12-1986	JP 1012941 B	02-03-1989
			JP 1531265 C	15-11-1989
			JP 60119364 A	26-06-1985
			DE 3476570 D1	09-03-1989
			EP 0144082 A2	12-06-1985
			KR 9202514 B1	27-03-1992
US 5979945	A	09-11-1999	DE 19753977 A1	10-06-1998
			FR 2756869 A1	12-06-1998
			GB 2320074 A , B	10-06-1998
			JP 10220320 A	18-08-1998
			KR 260792 B1	01-07-2000
US 4003405	A	18-01-1977	CA 1015732 A1	16-08-1977
			DE 2609960 A1	07-10-1976
			FR 2305773 A1	22-10-1976
			GB 1542681 A	21-03-1979
			IT 1057800 B	30-03-1982
			JP 1361060 C	30-01-1987
			JP 51117332 A	15-10-1976
			JP 61022194 B	30-05-1986

EPC FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**